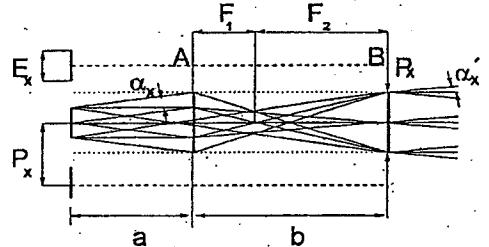


PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  H01S 3/25, G02B 3/00, 27/09		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/57791  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. November 1999 (11.11.99)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/02944</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 30. April 1999 (30.04.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 19 333.5 30. April 1998 (30.04.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): LIS-SOTSCHENKO, Vitaly [UA/DE]; Solbergweg 54, D-44225 Dortmund (DE). HENTZE, Joachim [DE/DE]; Im Welandsborn 15, D-33189 Schlangen (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): HAUSCHILD, Dirk [DE/DE]; Sartoristrasse 5, D-44229 Dortmund (DE).</p> <p>(74) Anwalt: SCHNEIDERS &amp; BEHRENDT; Postfach 10 23 65, D-44723 Bochum (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: IL, JP, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	
<p>(54) Title: OPTICAL Emitter ARRAY WITH COLLIMATING OPTICS UNIT</p> <p>(54) Bezeichnung: OPTISCHES Emitter-ARRAY MIT KOLLIMATIONSOPTIK</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to an optical emitter array with a collimating optics unit, in which a plurality of extended emitters E are juxtaposed along the x-axis, present a defined divergence <math>\alpha_x</math> and have centre-to-centre distances <math>P_x</math> greater than the emitter dimension <math>E_x</math>. In this emitter array, the collimating optics unit comprises a cylindrical lens array (A) which is positioned in front of the emitter array and has a plurality of cylindrical lens surfaces which are each assigned to an emitter E and whose cylinder axes are positioned along the y-axis. The aim of the invention is to improve ray quality, especially as regards the parallelism and homogeneity of the ray beam, while reducing the overall length of the array. To this end a first cylindrical lens array (A) with a focal length <math>F_1</math> is positioned upstream of the emitters E within the superposition range a and a second cylindrical lens array (B) with a focal length <math>F_2</math> is positioned at a distance <math>b = F_1 + F_2</math> upstream of the first cylindrical lens array (A). Alternatively, the invention provides for a first cylindrical lens array (A) with a focal length <math>F_A</math> to be positioned within the superposition range a in which the ray beams emitted by the emitters E are superposed, at a distance c which is smaller than <math>F_A</math>, upstream of the emitters E, and for a second cylindrical lens array (B) with the same focal length <math>F_A</math> to be positioned in relation to the first cylindrical lens array at the distance of said focal length <math>F_A</math>.</p>			



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittoren E in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz  $\alpha_x$  haben und deren Mittenabstände  $P_x$  größer sind als die Emittorgröße  $E_x$ , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emitter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array (A) aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emitter E zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen. Um bei einer insgesamt kleineren Baulänge eine bessere Strahlqualität zu bekommen, insbesondere im Hinblick auf Parallelität und Homogenität des Strahlbündels, schlägt die Erfindung vor, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array A mit der Brennweite  $F_1$  innerhalb des Überlagerungsabstands a vor den Emittoren E angeordnet ist, in dem sich die einzelnen vor den Emittoren E ausgehenden Strahlbündel überlagern, wobei die Brennweite  $F_1$  kleiner ist als der Überlagerungsabstand a, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array B mit der Brennweite  $F_2$  im Abstand  $b = F_1 + F_2$  vor dem ersten Zylinderlinsen-Array A angeordnet ist. Alternativ wird erfundungsgemäß vorgesehen, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array A mit der Brennweite  $F_A$  innerhalb des Überlagerungsabstands a, in dem sich die von den Emittoren E ausgehenden Strahlbündel überlagern, mit Abstand c, der klein ist gegenüber  $F_A$ , vor den Emittoren E angeordnet ist, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array B mit derselben Brennweite  $F_A$  im Abstand dieser Brennweite  $F_A$  zum ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäß dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Turkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik

Die Erfindung betrifft ein optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik, bei 5 dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittoren in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz  $\alpha_x$  haben und deren Mittenabstände  $P_x$  größer sind als die Emittergröße  $E_x$ , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emitter-Array angeordnetes Zylinderlens- 10 Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emitter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen.

Derartige Emitter-Arrays mit einer Vielzahl von in x-Richtung langgestreckt- 15 liniensförmigen optischen Quellen der Breite  $E_x$ , die in Form einer linearen Matrix im Mittenabstand  $P_x$  längs der x-Achse verlaufen, liegen beispielsweise bei Hochleistungs-Diodenlaserbarren vor. Die Gesamtbreite dieser Laserbarren bewegt sich in der Größenordnung von einigen Millimetern. Für 20 konkrete Anwendungen ist es in der Regel erforderlich, dieses diskontinuierliche, aus separaten Linienschnitten gebildete Strahlprofil einer Strahlformung zu unterziehen, wie etwa einer Homogenisierung oder einer geometrischen Querschnittstransformation. Der erste Schritt dieser Strahlaufbereitung ist in der Regel die Kollimation, deren Ziel eine möglichst weitgehende Divergenzreduktion über den gesamten aktiven Strahlquerschnitt ist.

Die Kollimation muß der stark anisotropen Divergenzverteilung von Halbleiterlasern Rechnung tragen. Der Divergenzwinkel  $\alpha_y$  in y-Richtung ("fast-axis") ist nämlich relativ groß, während der Divergenzwinkel  $\alpha_x$  in x-Richtung ("slow-axis") relativ dazu gering ist. Diesem Umstand begegnet man durch 25

die Verwendung von Zylinderlinsen zur Parallelisierung in den unterschiedlichen Koordinaten. Bei einem Laserbarren mit einer Vielzahl von Emissionszentren erfolgt die fast-axis-Kollimation über eine einzige in x-Richtung liegende Zylinderlinse, die wegen der großen Divergenz möglichst dicht vor dem Emitter-Array fixiert wird. Zur Kollimation in der slow-axis wird ein Zylinderlinsen-Array eingesetzt, bei dem jeweils eine Zylinderlinse, deren Breite dem Mittenabstand  $P_x$  der Emitter entspricht, in Strahlrichtung vor dem jeweiligen Emitter angebracht ist.

Eine gute Kollimation in x-Richtung ist grundsätzlich möglich, wenn die Brennweite  $F$  des Zylinderlinsen-Arrays möglichst groß zur Emitterbreite  $E_x$  ist. Dies führt jedoch zu einer großen Baulänge, die insbesondere bei mikrooptischen Bauelementen nachteilig und deswegen unerwünscht ist. Dieses Vorgehen hat weiterhin den Nachteil, daß die von den Emittoren ausgehenden Strahlbündel sich im Abstand  $a$  vor den Emitterflächen in x-Richtung überlagern und damit eine separate Divergenzreduktion für einzelne Emitter nicht mehr möglich ist.

Für eine separate Kollimation der einzelnen Emitter könnte zwar ein Zylinderlinsen-Array innerhalb der Überlagerungsdistanz  $a$  positioniert werden. Aus grundsätzlichen Überlegungen ist eine Divergenzreduktion unter der Annahme kleiner Divergenz in der slow-axis nur dann möglich, wenn für das Verhältnis von Emittergröße und Mittenabstand  $E_x/P_x < 0,5$  gilt. Bei Hochleistungs-Diodenlaser-Barren ist jedoch meist  $E_x/P_x \geq 0,5$ , so daß eine separate Kollimation mit einem einzigen Zylinderlinsen-Array grundsätzlich unmöglich ist.

Ein weiteres Problem ist, daß der Strahlquerschnitt nach wie vor eine diskontinuierliche Energieverteilung hat, also die hohe Brightness des Emitter-Arrays wegen der großen Inhomogenität nur bedingt nutzbar ist.

Aus der vorangehend erläuterten Problematik ergibt sich die Aufgabenstellung der Erfindung, ein optisches Emitter-Array, insbesondere einen Laserbarren, mit einer Kollimationsoptik zur Verfügung zu stellen, welches bei

einer kleineren Baulänge eine bessere Strahlqualität liefert, insbesondere im Hinblick auf Parallelität und Homogenität des Strahlbündels.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite  $F_1$  innerhalb des Überlagerungsabstands  $a$

5 vor den Emittoren angeordnet ist, in dem sich die einzelnen von den Emittoren ausgehenden Strahlbündel überlagern, wobei die Brennweite  $F_1$  kleiner ist als der Überlagerungsabstand  $a$ ; und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite  $F_2$  in Teleskopanordnung im Abstand  $b = F_1 + F_2$  vor dem ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

10 Erfindungsgemäß bilden das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array ein optisches Teleskop, wobei dessen Okularseite dem Emitter zugewandt ist. Da sich das dort befindliche erste Zylinderlinsen-Array maximal im Überlagerungsabstand  $a$  befindet, ergibt sich insgesamt eine sehr kurze Baulänge.

15 Dadurch, daß der Eingang der Kollimationsoptik sich im Überlagerungsabstand  $a$  befindet, ist eine separate Kollimation jedes einzelnen Emitters möglich. Der besondere Vorteil der Erfindung liegt darin, daß dennoch eine effektive Divergenzreduktion erfolgt, auch wenn  $E_x/P_x \geq 0,5$  ist.

20 Dieser Vorteil der erfindungsgemäßen Kollimator-Teleskopanordnung beruht darauf, daß durch das erste Zylinderlinsen-Array zunächst eine virtuelle Vergrößerung des Emitters der Breite  $E_x$  in einer Abbildungsebene auf die Breite des Mittenabstands  $P_x$  erfolgt. Dies entspricht der effektiven Quellgröße für das zweite Zylinderlinsen-Array. Durch das konstante Strahlparameter-Produkt gemäß der Lagrange-Invariante (Apertur  $\times$  sinus (Divergenz) = konstant) erfolgt eine Divergenzreduktion um den Vergrößerungsfaktor  $M$  der 25 Teleskopanordnung. Die Näherung gilt für kleine Winkel, was bei der geringen Divergenz in dem slow-axis allerdings kein Problem ist.

30 Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Kollimationsoptik liegt darin, daß durch die Quellenvergrößerung auf den Mittenabstand  $P_x$  ein in x-Richtung kontinuierlich-linienförmiger Strahlquerschnitt erzeugt wird. Für ein gegebenes Emitter-Array ergibt sich somit eine hohe Brightness. Als Ein-

gangsstrahl für anschließende Strahltransformationsvorrichtungen ist die homogene Intensitätsverteilung besonders vorteilhaft.

Bei dieser Ausführung der Erfindung gilt für den Überlagerungsabstand a:

$$a \leq \frac{(P_x - E_x)}{2 \tan(\alpha_x)}$$

5 In dieser Formel ist  $\alpha_x$  die Divergenz in x-Richtung. Für die Brennweite  $F_1$  des ersten Zylinderlinsen-Arrays wird folgender Wert eingesetzt:

$$F_1 = \frac{a}{\frac{E_x}{P_x} + 1}$$

Davon ausgehend berechnet sich die Brennweite  $F_2$  des zweiten Zylinderlinsen-Arrays zu:

$$10 \quad F_2 = F_1 \frac{P_x}{E_x}$$

In den vorbeschriebenen Formeln wird erstmals ein Zylinderlinsen-Kollimator mit zwei aufeinanderfolgenden Zylinderlinsen-Arrays angegeben, die zusammen ein abbildendes Teleskop bilden.

15 Die Kollimationseffizienz der vorgenannten erfindungsgemäßen Ausführungsform mit einer abbildenden Teleskopanordnung lässt sich alternativ durch eine Teleskopanordnung mit Fourier-Transformation und Feldlinse realisieren, bei der vor den Emittoren E im Abstand  $z_1$ , der kleiner ist als der Überlagerungsabstand a, in dem sich die einzelnen von den Emittoren E ausgehenden Strahlen überlagern, ein erstes Zylinderlinsen-Array A angeordnet ist und im Abstand T vor dem Zylinderlinsen-Array A ein zweites Zylinderlinsen-Array B, wobei die Zylinderlinsen der Arrays A und B

jeweils zusammen eine Bikonvex-Linse mit resultierender Brennweite  $F_r = F_A$  und Hauptebenenabstand  $T = F_A$  bilden.

Für die Kollimation gilt bezüglich des Abstands zum ersten Zylinderlinsen-Array A dieselbe Bedingung wie bereits bei der abbildenden Teleskopanordnung, nämlich daß sich die von benachbarten Emittoren E ausgehenden Strahlbündel nicht überlagern dürfen.

Im Unterschied zur ersten Variante der Erfindung erfolgt durch das erste Zylinderlinsen-Array A jedoch keine Abbildung, sondern eine Fourier-Transformation. Das zweite Zylinderlinsen-Array B hat in dieser Anordnung die Funktion einer Feldlinse

Diese Ausführungsform geht davon aus, daß die maximale Brennweite  $F_A$  theoretisch nur dann erreicht werden kann, wenn  $E_x = 0$  ist. Tatsächlich sind die Emittoren E jedoch als ausgedehnte Quellen zu betrachten, daß gelten muß:  $0 < Z_1 < F_A$ , um die Bedingung zu erfüllen, daß sich von benachbarten Emittoren ausgehende Strahlen vor der Kollimationsoptik nicht überlagern. Gemäß der vorliegenden Ausführung der Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß die Kollimation insgesamt über eine Bikonvex-Linse mit der resultierenden Brennweite  $F_r$  erfolgt, deren Hauptebenenabstand  $T = F_A/n$  ist (mit  $n = 1$  für Luft). In dieser Konfiguration dient die zweite Linse B als Feldlinse.

Aus der Beziehung für zwei dünne Linsen mit den Brennweiten  $F_A$  und  $F_B$  gilt für die resultierende Brennweite  $F_r$  des Kollimationssystems:

$$F_r = \frac{(F_A F_B)}{F_A + F_B - \frac{T}{n}} \quad \text{, mit } T/n = F_A \text{ folgt: } F_r = F_A$$

Außerdem gilt mit  $T/n = F_A$ :

$$z_1 = F_A \left[ 1 - \frac{F_A}{F_B} \right] \quad \text{bzw.} \quad \frac{1}{F_B} = \frac{1}{F_A} - \frac{z_1}{F_A^2} .$$

Mit der resultierenden Brennweite  $F_r$  erhält man dabei für den Abstand zwischen dem Emitter E und dem ersten Zylinderlinsenarray A einen flexibel wählbaren Abstand  $z_1$ . Dieser wird durch die Brennweite  $F_B$  des zweiten Arrays B, welches als Feldlinse dient, gemäß dem vorangehenden Zusammenhang kompensiert.

Bei der zuletzt genannten Bikonvex-Linsenanordnung ist die erste Linsenfläche, welche durch das erste Zylinderlinsen-Array A gebildet wird, für die Fourier-Transformation der Strahlbündel zuständig. Die zweite Linsenfläche, welche durch das zweite Zylinderlinsen-Array B gebildet wird, trägt als Feldlinse zu einer Verringerung des Abstrahlwinkels der Strahlbündel bei.

Unter bestimmten Bedingungen, wenn bei den Emitter-Arrays die einzelnen Emittör E in x-Richtung sehr klein sind, ist es im Zusammenhang mit der Übertragung einer möglichen guten Brightness zweckmäßig, zunächst die Divergenz in der fast-axis, d. h. in y-Richtung zu reduzieren und anschließend die slow-axis zu kollimieren. Dies läßt sich erfahrungsgemäß dadurch erreichen, daß zwischen den Emittörn E und dem Zylinderlinsen-Array A eine Zylinderlinsenfläche C angeordnet ist, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt, d. h. parallel zur Längsachse der Emittör E. Dadurch, daß das erste Zylinderlinsen-Array A und die dritte Zylinderlinsenfläche C zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt sind, ergibt sich eine vorteilhaft geringe Zahl von Linsenoberflächen.

Zur Beseitigung der Restdivergenz in y-Richtung, d. h. in der fast-axis, kann zwischen dem ersten Zylinderlinsen-Array A und dem zweiten Zylinderlinsen-Array B eine vierte Zylinderlinsenfläche angeordnet sein, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt. Daraus ergeben sich dieselben Vorteile, wie vorangehend bereits bei den Zylinderlinsen-Arrays A und der Zylinderlinse C angegeben. Zweckmäßigerweise sind auch das zweite Zylinderlinsen-Array B und die

vierte Zylinderlinsenfläche  $D$  zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt.

Ausgehend von derselben zugrundeliegenden Problematik gibt die Erfindung eine alternative Ausführungsform an, welche ebenfalls zwei aufeinander-

- 5 folgende Zylinderlinsen-Arrays zur slow-axis-Kollimation aufweist, die optisch jedoch abweichend geschaltet sind. Im einzelnen wird hierbei vorge-  
sehen, daß das erste Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite  $F_A$  im Abstand  $c$ , der klein ist gegenüber  $F_A$ , vor den Emittoren angeordnet ist, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array mit derselben Brennweite  $F_A$  im  
10 Abstand dieser Brennweite  $F_A$  zum ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

Bei dieser Ausführung der Erfindung handelt es sich um eine Fourier-Anord-  
nung, bei der keine Abbildung wie beim konventionellen Teleskop erfolgt.

- 15 Dabei wird in einer Zwischenebene durch das erste Zylinderlinsen-Array eine Quelle für das zweite Zylinderlinsen-Array erzeugt, deren Größe aufgrund der Fourier-Transformation abhängig ist von der Divergenz der ursprünglichen Quelle, das heißt den Emittoren des Laserbarrens.

Diese Anordnung, die man als Zylinderlinsen-Fourier-Teleskop bezeichnen kann, ist hinsichtlich der Kollimation ebenso effektiv wie die erstgenannte

- 20 klassische Teleskopanordnung. Darüber hinaus ergeben sich besondere Vor-  
teile bei kleinen Emittergrößen  $E_x$  und geringen Abständen  $P_x$ . Hierbei ist näm-  
lich die Überlagerungsdistanz  $a$  mitunter so klein, daß die Überlagerung in der slow-axis bereits in der üblicherweise vorgeschalteten Kollimations-  
Zylinderlinse für die fast-axis erfolgt. Grundsätzlich wäre dieses Problem  
25 zwar durch eine Verkleinerung der fast-axis-Kollimationsslinse lösbar. Durch die Verkleinerung der Apertur sowie der Brennweite würde dabei jedoch die Divergenz des kollimierten Strahlbündels in Richtung der fast-axis ( $y$ -Rich-  
tung) zunehmen. Hier bietet die Fourier-Teleskop-Anordnung die vorteilhafte  
Möglichkeit, mit dem ersten erfindungsgemäßen slow-axis-Zylinderlinsen-  
30 Array durch Verkleinerung des Abstands  $c$  sehr dicht, theoretisch bis zum Abstand 0, an die Emitter heranzurücken, ohne eine Verschlechterung der Kollimationswirkung in Kauf nehmen zu müssen. Dadurch ergibt sich zum

einen ein äußerst kompakter Aufbau. Zum anderen bleibt dennoch die Möglichkeit erhalten, durch eine entsprechende Positionierung einer y-Zylinderlinse eine gute Kollimation in dieser Richtung zu erhalten.

Für die Brennweite  $F_A$  wird beim Zylinderlinsen-Fourier-Teleskop eingesetzt:

$$5 \quad F_A = \frac{P_x}{2 \tan \alpha_x}$$

Bevorzugt werden die Zylinderlinsen-Arrays einstückig ausgebildet. Dies bezieht sich sowohl auf die Teleskop- als auch die Fourier-Anordnung. Im einzelnen können das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array jeweils für sich einstückig ausgebildet sein. Darüber hinaus ist es denkbar, die optisch 10 aktiven Zylinderlinsenflächen des ersten und zweiten Zylinderlinsen-Arrays an einem monolithischen optischen Baustein anzubringen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß als fast-axis-Kollimator eine Zylinderlinse vor dem Emitter-Array angeordnet ist, deren Zylinderachse in y-Richtung liegt. Dieser fast-axis-Kollimator kann gleichfalls 15 als Array ausgebildet sein und gegebenenfalls wiederum einstückig mit dem ersten und/oder zweiten Zylinderlinsen-Array ausgebildet sein. In diesem Zusammenhang sieht eine vorteilhafte Ausführungsform beispielsweise vor, daß ein erstes monolithisches optisches Element auf seiner den Emittoren zugewandten Seite die Zylinderlinsenflächen des ersten Zylinderlinsen-Arrays 20 zur x-Kollimation aufweist und auf seiner anderen Seite eine in y-Richtung durchgehenden Zylinderlinsenfläche zur Kollimation in dieser Richtung hat. Im Brennweitenabstand  $F_A$  kann dann ein zweites erfindungsgemäßes x-Zylinderlinsen-Array positioniert werden. Damit ergibt sich eine extrem kompakte Bauweise für eine x-y-Kollimationsoptik, wobei die x-Divergenz-25 reduktion über eine erfindungsgemäß Fourier-Teleskop-Anordnung erfolgt.

Vorzugsweise sind die Zylinderlinsen asphärisch ausgebildet. Die Abbildungsqualität in der Zwischenebene wird dadurch verbessert, daß die Divergenz der Leistung signifikant verringert wird. Die Breite des Strahlbündels überschreitet dabei nicht die maximale Apertur  $P_x$ .

Durch die erfindungsgemäß angegebenen Vorrichtungen gelingt die Umsetzung des erfindungsgemäß zugrundeliegenden neuartigen Kollimationsverfahrens zur Verwendung bei Emitter-Arrays, hier bevorzugt Hochleistungs-Diodenlaserbarren, bei denen  $E_x/P_x$  häufig größer oder gleich 5 0,5 ist. Dieses Verfahren sieht vor, daß mittels eines ersten Zylinderlinsen-Arrays das Strahlbündel der Breite  $E_x$  jedes einzelnen Emitters auf den Mittenabstand  $P_x$  aufgeweitet wird, wodurch eine virtuelle Quelle der Breite  $P_x$  in einer Zwischenebene eines zweiten Zylinderlinsen-Arrays 10 generiert wird. Der besondere Vorteil dieses erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß für jeden einzelnen Emitter eine separate Kollimation 15 vorgenommen wird. Hierzu werden vor den Emittoren innerhalb des Überlagerungsabstands, in dem sich die Strahlbündel aufgrund ihrer Divergenz zu überlagern beginnen, Kollimationsanordnungen eingesetzt, wie sie beispielsweise vorangehend angegeben sind. Alternativ sind dabei das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array in Teleskopkonfiguration, das heißt im Abstand  $b = F_1 + F_2$ , das ist die Summe ihrer Brennweiten, angeordnet, oder in Fourier-Konfiguration, wobei sich die beiden Zylinderlinsen-Arrays mit gleichen Brennweiten  $F_A$  im Brennweitenabstand  $F_A$  befinden.

Das erfindungsgemäße Verfahren überwindet die Beschränkungen, die sich 20 aus der bisher üblichen Verwendung einzelner Zylinderlinsen-Arrays für jede Divergenzrichtung prinzipiell ergeben:

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

25 Figur 1 den Strahlengang eines Emitter-Arrays mit einer erfindungsgemäßen Kollimationsoptik in einer ersten Ausführungsform;

30 Figur 2 den Strahlengang eines Emitter-Arrays mit einer erfindungsgemäßen Kollimationsoptik in einer zweiten Ausführungsform;

10

Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Kollimationsoptik zur slow-axis-Kollimation;

5

Figur 3a eine Kollimationsoptik wie in Figur 3 in einer weiteren Ausführungsform;

10

Figur 4 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Kollimationsoptik zur fast- und slow-axis Kollimation;

15

Figur 5 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Kollimationsoptik zur fast- und slow-axis Kollimation in einer zweiten Ausführungsform;

20

Figur 6 den Strahlengang eines Emitter-Arrays mit einer erfindungsgemäß Kollimationsoptik in einer dritten Ausführungsform;

Figur 7 a/b schematisch den Strahlengang eines Emitter-Arrays mit einer erfindungsgemäß Kollimationsoptik in einer vierten Ausführungsform.

25 In Figur 1 ist eine Ansicht in Richtung der y-Achse auf ein Emitter-Array mit einer Vielzahl von in x-Richtung langgestreckten, linienförmigen Emissionsflächen E dargestellt, welche die Breite  $E_x$  und einen Mittenabstand  $P_x$  haben. Dies ist die typische Situation bei einem Diodenlaserbarren, wobei häufig  $E_x/P_x \geq 0,5$  ist.

Die Divergenz in x-Richtung, also in der slow-axis, ist mit  $\alpha_x$  bezeichnet. Aufgrund dieser Divergenz beginnen sich die Strahlbündel im Überlagerungsabstand  $a$  bei ungehinderter Ausbreitung zu überlagern.

5 Im Abstand  $a$  ist ein erstes Zylinderlinsen-Array A angebracht, dessen parallel angeordnete Zylinderlinsenflächen in y-Richtung liegen und eine Breite  $P_x$  haben. Die Brennweite des Arrays A beträgt  $F_1$ .

10 Ein zweites Zylinderlinsen-Array B mit der Brennweite  $F_2$  ist im Abstand  $b = F_1 + F_2$  vom ersten Zylinderlinsen-Array A angeordnet, wobei es sich um eine Abbildungsebene von A bezüglich der Emitter E handelt. Mithin liegt eine klassische Teleskopanordnung vor.

Das kollimierte Ausgangsstrahlbündel hat eine reduzierte Divergenz  $\alpha'_x$ .

15 Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Fourier-Teleskop-Anordnung, wobei das erste Zylinderlinsen-Array A mit der Brennweite  $F_A$  dicht vor den Emittoren angeordnet ist, das heißt der Abstand  $c$  klein ist zum Überlagerungsabstand  $a$  und zur Brennweite  $F_A$ .

Das zweite Zylinderlinsen-Array B mit derselben Brennweite  $F_B = F_A$  ist in diesem Abstand vom ersten Zylinderlinsen-Array A positioniert, wodurch eine Fourier-Anordnung realisiert ist. Das Zylinderlinsen-Array B befindet sich nämlich in einer Zwischenebene des Teleskops.

20 Bei dieser Anordnung findet ebenfalls eine Divergenzreduktion von  $\alpha_x$  auf  $\alpha'_x$  statt.

Figur 3 zeigt in perspektivischer Darstellung die erfindungsgemäße Anordnung von zwei Zylinderlinsen-Arrays A und B gemäß Figur 1 oder Figur 2. Damit ist die Kollimation in der fast-axis (x-Richtung) durchführbar.

25 Die in Figur 3a dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der Kollimatoreninrichtung gemäß Figur 3 dadurch, daß die beiden Zylinderlinsen-

Arrays A und B in einem monolithischen Block A/B zusammengefaßt sind. Damit fallen in vorteilhafter Weise zwei optische Grenzflächen weg, welche bei einer separaten Ausgestaltung vorhanden sind.

In Figur 4 ist eine vollständige fast- und slow-axis-Kollimationseinrichtung 5 dargestellt. Vor dem ersten Zylinderlinsen-Array A ist dabei zur fast-axis-Kollimation eine Zylinderlinse C angebracht, deren Achse in y-Richtung liegt. Die beiden Zylinderlinsen-Arrays A und B sowie die Zylinderlinse C sind jeweils monolithisch ausgebildet und sind vorzugsweise asphärisch geformt.

Figur 5 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Kollimatoroptik in einer 10 zweiten Ausführungsform. Man erkennt, wie die Zylinderlinsen-Arrays A und B jeweils monolithisch ausgebildet sind. Auf der Rückseite des Zylinderlinsen-Arrays A ist die Zylinderlinsenfläche C zur fast-axis-Kollimation (y-Richtung) einstückig angeformt.

Andere Ausführungsformen können vorsehen, die Zylinderlinsen-Array A 15 und B an einem optischen Monolith-Baustein anzuformen und zur fast-axis-Kollimation eine separate Zylinderlinse bzw. ein Zylinderlinsen-Array vorzusehen.

Die Funktionsweise ist weiter oben bereits dargelegt worden.

In Figur 6 ist der Strahlengang einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung 20 dargestellt, bei der die Arrays A und B ein Bikonvex-Linsensystem bilden. Das Array A bildet dabei den Fourier-Transformator, während das Array B die Feldlinse darstellt. Der Abstand der beiden Arrays A und B entspricht dem Hauptebenenabstand  $T$  der Bikonvex-Linsenanordnung, wobei  $T=nF_A$  mit  $n=1$  für Luft. Für die resultierende Brennweite  $F_r$  der 25 Bikonvex-Linsenanordnung gilt:  $F_r=F_A$ . Mit dem flexibel vorgebbaren Abstand  $z_1$  zwischen den Emittoren E und dem Array A ergibt sich für die Brennweite  $F_B$  der Zusammenhang:

$$\frac{1}{F_B} = \frac{1}{F_A} - \frac{z_1}{F_A^2}$$

Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung einer vollständigen erfindungsgemäßen Kollimationseinrichtung für die x-Richtung (slow-axis) und die y-Richtung (fast-axis). Figur 7a stellt die Kollimation der fast-axis (y-Richtung),

5 Figur 7b die Kollimation der slow-axis (x-Richtung) dar. Besonders bei kleinen Emittern E und geringen Abständen  $P_x$  kann eine Überlagerung der Emitterstrahlung in Richtung der slow-axis bereits in der Optik für die Kollimation der fast-axis erfolgen. Bei der dargestellten Ausführung wird dieses Problem dadurch gelöst, daß zunächst mit der Zylinderlinse C die

10 Divergenz in Richtung der fast-axis reduziert wird und im zweiten Schritt die slow-axis-Divergenz mit der in Figur 6 beschriebenen Linsenkombination A B kollimiert wird. Im nächsten Schritt wird die Restdivergenz der fast-axis mit einer weiteren Zylinderlinse D reduziert. Diese Anordnung hat den besonderen Vorteil, daß durch die bereits kollimierte slow-axis die fast-axis-Divergenz bestmöglich reduziert werden kann. Dies wäre ohne eine vorherige

15 slow-axis-Kollimation nicht möglich.

Durch die Zusammenfassung des Arrays A und der Zylinderlinse C bzw. des Arrays B und der Zylinderlinse D zu monolithischen Bausteinen werden maximal vier Linsenoberflächen für die bestmögliche Kollimation der linearen

20 Emittormatrix E benötigt. Dies ist natürlich im Hinblick auf Verluste besonders vorteilhaft.

Patentansprüche

1. Optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittoren in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz  $\alpha_x$  haben und deren Mittenabstände  $P_x$  größer sind als die Emittogröße  $E_x$ , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emitter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emitter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite  $F_1$  innerhalb des Überlagerungsabstands  $a$  vor den Emittoren  $E$  angeordnet ist, in dem sich die einzelnen vor den Emittoren  $E$  ausgehenden Strahlbündel überlagern, wobei die Brennweite  $F_1$  kleiner ist als der Überlagerungsabstand  $a$ , und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array  $B$  mit der Brennweite  $F_2$  im Abstand  $b = F_1 + F_2$  vor dem ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.
2. Optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittoren in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz  $\alpha_x$  haben und deren Mittenabstände  $P_x$  größer sind als die Emittogröße  $E_x$ , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emitter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emitter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array  $A$  mit der Brennweite  $F_A$  innerhalb des Überlagerungsabstands  $a$ , in dem sich die von den Emittoren  $E$  ausgehenden Strahlbündel überlagern, mit Abstand  $c$ ,

der klein ist gegenüber  $F_A$ , vor den Emittoren E angeordnet ist, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array mit derselben Brennweite  $F_A$  im Abstand dieser Brennweite  $F_A$  zum ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

3. Emitter-Array nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
5 für den Überlagerungsabstand a gilt:

$$a \leq \frac{(P_x - E_x)}{2 \tan(\alpha_x)}$$

4. Emitter-Array nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
für die Brennweite  $F_1$  gilt:

$$F_1 = \frac{a}{\frac{E_x}{P_x} + 1}$$

10 5. Emitter-Array nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß  
für die Brennweite  $F_A$  gilt:

$$F_A = \frac{P_x}{2 \tan \alpha_x}$$

6. Emitter-Array nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Zylinderlinsen-Arrays (A, B) einstückig ausgebildet sind.

15 7. Emitter-Array nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß als fast-axis-Kollimator eine Zylinderlinse (C) vor dem Emitter-Array  
angeordnet ist, deren Zylinderachse in y-Richtung liegt.

20 8. Emitter-Array nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß  
der fast-axis-Kollimator (C) einstückig mit dem ersten und/oder zweiten  
Zylinderlinsen-Array (A, B) ausgebildet ist.

9. Emitter-Array nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlinsenflächen (A,B,C) asphärisch ausgebildet sind.

10. Emitter-Array nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es einen in x-Richtung liegenden Diodenlaserbarren aufweist.

11. Verfahren zur Kollimation der Strahlung eines Emitter-Arrays, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittoren in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz  $\alpha_x$  haben und deren Mittenabstände  $P_x$  größer sind als die Emittiergröße  $E_x$ , gekennzeichnet dadurch, daß mittels eines ersten Zylinderlinsen-Arrays das Strahlbündel der Breite  $E_x$  jedes einzelnen Emitters auf den Mittenabstand  $P_x$  aufgeweitet wird, wodurch eine virtuelle Quelle der Breite  $P_x$  in einer Zwischenebene eines zweiten Zylinderlinsen-Arrays generiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array in Teleskopkonfiguration im Abstand der Summe ihrer Brennweiten angeordnet sind.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array in Fourier-Konfiguration im Brennweitenabstand angeordnet sind.

14. Optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittoren in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz  $\alpha_x$  haben und deren Mittenabstände  $P_x$  größer sind als die Emittiergröße  $E_x$ , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emitter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emitter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen, dadurch gekennzeichnet, daß vor den Emittoren E im Abstand  $z_1$ , der kleiner ist als der Überlagerungsabstand a, in dem sich die einzelnen von den Emittoren E ausgehenden Strahlbündel überlagern, ein erstes Zylinderlinsen-Array A angeordnet ist, und im Abstand T vor dem Zylinderlinsen-Array

A ein zweites Zylinderlinsen-Array B, wobei die Zylinderlinsen der Arrays A und B zusammen eine Bikonvex-Linsenanordnung mit resultierender Brennweite  $F_r = F_A$  und Hauptebenenabstand  $T = F_A$  bilden.

15. Emitter-Array nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß für  $F_A, F_B$  und  $z_1$  gilt:

$$\frac{1}{F_B} = \frac{1}{F_A} - \frac{z_1}{F_A^2}$$

16. Emitter-Array nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Emittoren E und dem Zylinderlinsen-Array A eine Zylinderlinsenfläche C angeordnet ist, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt.

10 17. Emitter-Array nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Zylinderlinsen-Array A und die Zylinderlinsenfläche C zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt sind.

15 18. Emitter-Array nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Zylinderlinsen-Array A und dem Zylinderlinsen-Array B eine Zylinderlinsenfläche D angeordnet ist, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt.

19. Emitter-Array nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Zylinderlinsen-Array B und die Zylinderlinsenfläche D zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt sind.

20 20. Emitter-Array nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlinsen-Arrays A und B an einem monolithischen Baustein angeordnet sind.

Fig.1

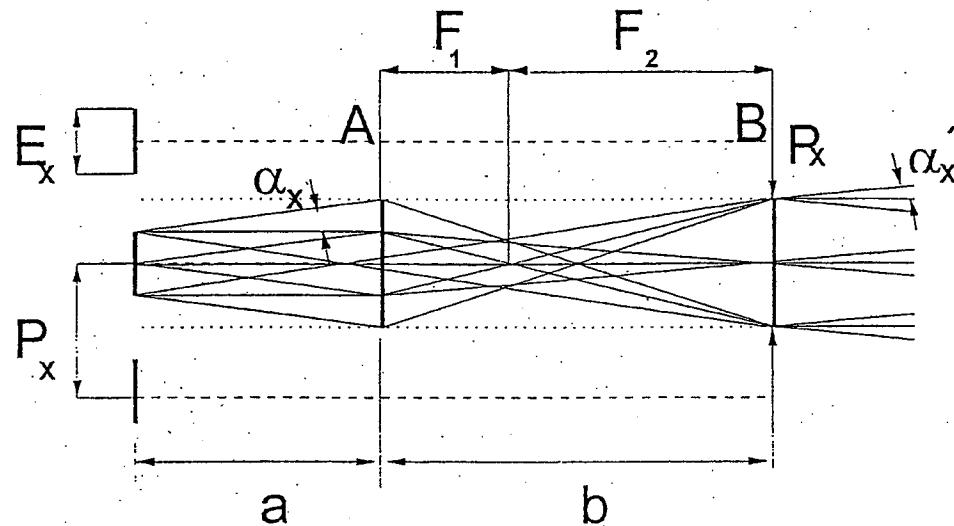
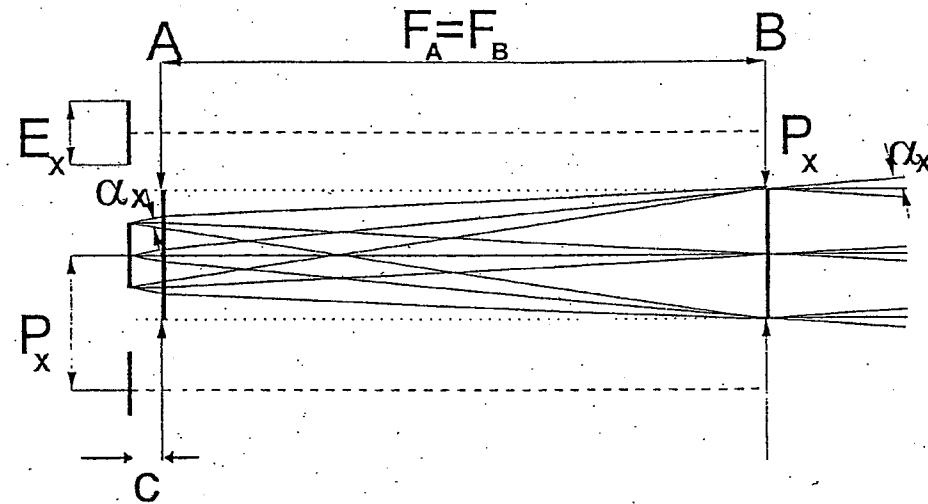
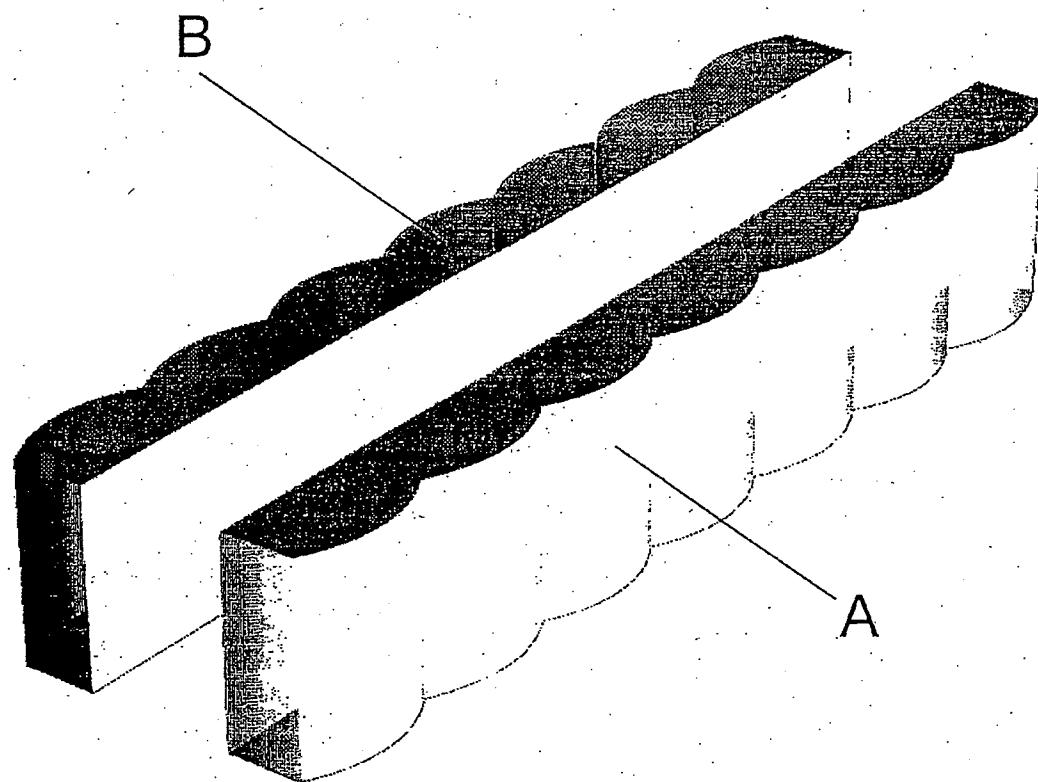


Fig.2



2/6

Fig.3



3/6

Fig.3a

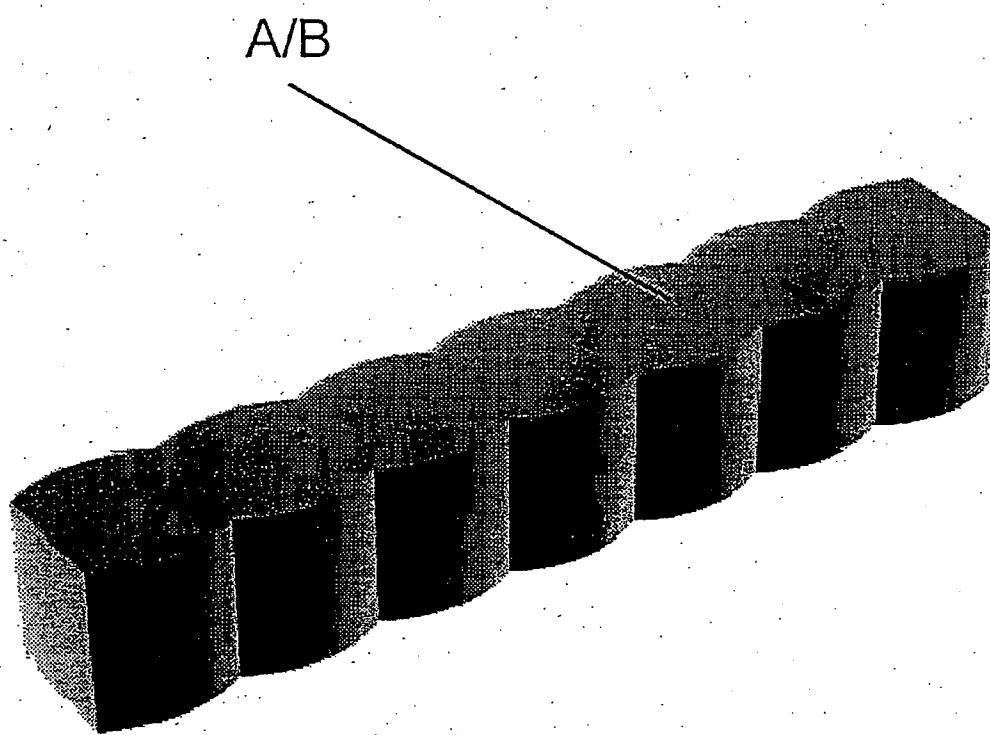


Fig.4

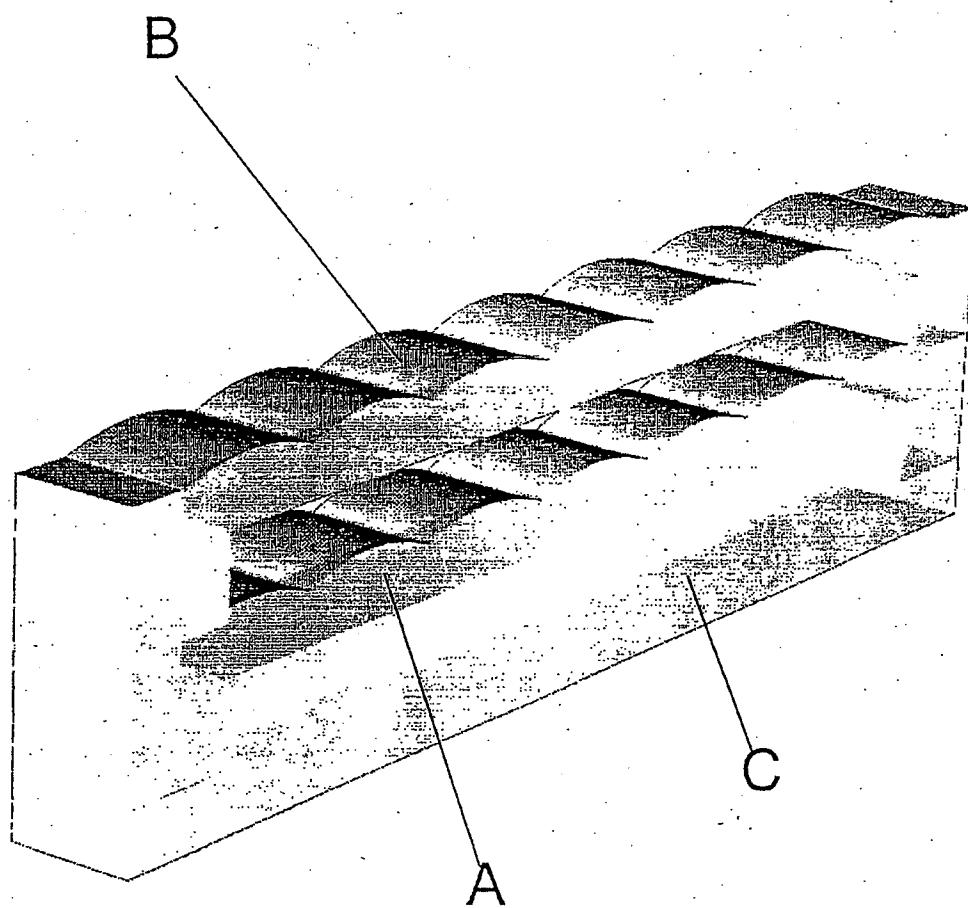


Fig.5

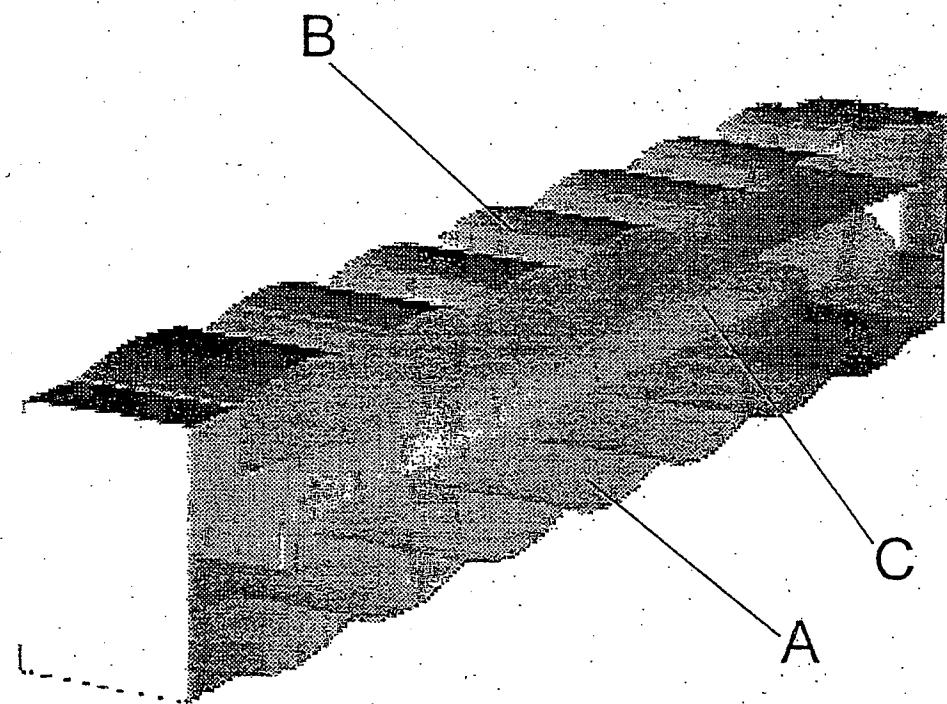


Fig.6

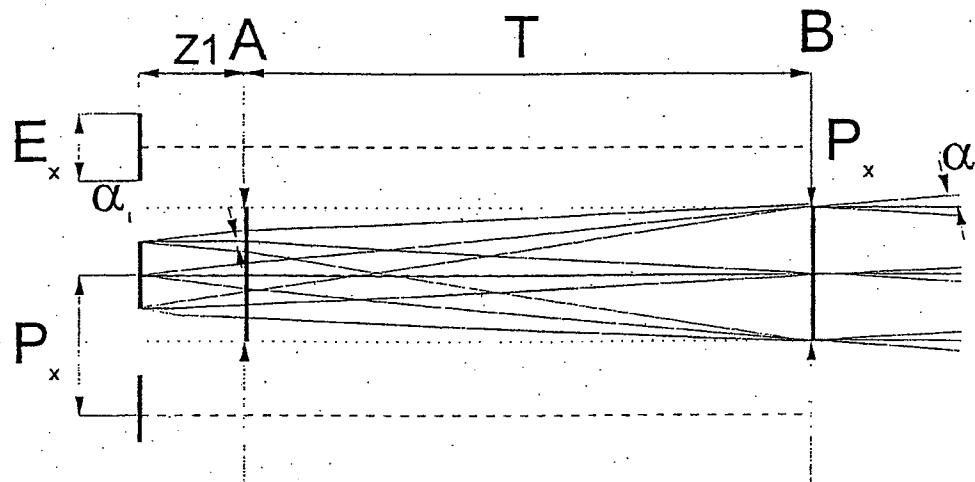
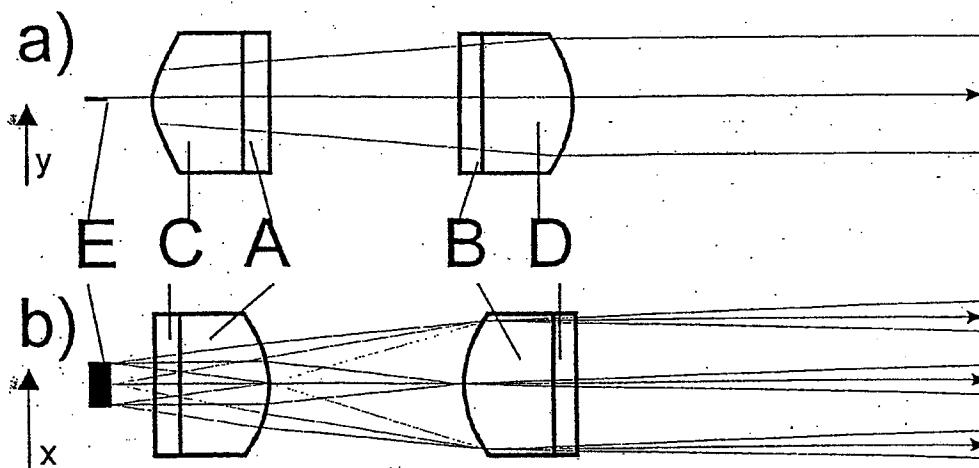


Fig.7



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No  
PCT/EP 99/02944

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H01S3/25 G02B3/00 G02B27/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H01S G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 694 408 A (EASTMAN KODAK CO) 31 January 1996 (1996-01-31) page 3, line 29-48	1,3,4, 10-12
A	page 4, line 19-24; figures 1,,2A	2,6-9, 13,14,20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. - 29 August 1997 (1997-08-29) & JP 09 096760 A (MITSUI PETROCHEM IND LTD), 8 April 1997 (1997-04-08) abstract	1,6-10, 20

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  29 September 1999	Date of mailing of the international search report  06/10/1999
Name and mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Claessen, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 99/02944

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 068 (P-344), 28 March 1985 (1985-03-28) & JP 59 201016 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 14 November 1984 (1984-11-14) abstract	1,11
A	EP 0 663 606 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 19 July 1995 (1995-07-19) figure 1	2,11,14
A	US 5 414 559 A (BURGHARDT BERTHOLD ET AL) 9 May 1995 (1995-05-09) figure 1	1,11
A	US 4 428 647 A (SPRAGUE ROBERT A ET AL) 31 January 1984 (1984-01-31) figures 1,2	2,14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No	
PCT/EP 99/02944	

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0694408	A 31-01-1996	US 5619245 A	DE 69504782 D	08-04-1997
		DE 69504782 T	JP 8062531 A	22-10-1998
		JP 8062531 A		15-04-1999
JP 09096760	A 08-04-1997	NONE		
JP 59201016	A 14-11-1984	NONE		
EP 0663606	A 19-07-1995	JP 8076152 A	US 5600666 A	22-03-1996
		JP 8076152 A		04-02-1997
US 5414559	A 09-05-1995	DE 4220705 A		05-01-1994
US 4428647	A 31-01-1984	JP 1872467 C	JP 5081884 B	26-09-1994
		JP 1872467 C	JP 5081884 B	16-11-1993
		JP 59097117 A		04-06-1984

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 99/02944

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 H01S3/25 G02B3/00 G02B27/09		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBiete		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 H01S G02B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 694 408 A (EASTMAN KODAK CO) 31. Januar 1996 (1996-01-31) Seite 3, Zeile 29-48	1,3,4, 10-12
A	Seite 4, Zeile 19-24; Abbildungen 1,,2A	2,6-9, 13,14,20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. - 29. August 1997 (1997-08-29) & JP 09 096760 A (MITSUI PETROCHEM IND LTD), 8. April 1997 (1997-04-08) Zusammenfassung	1,6-10, 20
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<p><sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie aufgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"V" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
29. September 1999	06/10/1999	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Claessen, L	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte Jonales Aktenzeichen  
PCT/EP 99/02944

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 068 (P-344), 28. März 1985 (1985-03-28) & JP 59 201016 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 14. November 1984 (1984-11-14) Zusammenfassung ---	1,11
A	EP 0 663 606 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 19. Juli 1995 (1995-07-19) Abbildung 1 ---	2,11,14
A	US 5 414 559 A (BURGHARDT BERTHOLD ET AL) 9. Mai 1995 (1995-05-09) Abbildung 1 ---	1,11
A	US 4 428 647 A (SPRAGUE ROBERT A. ET AL) 31. Januar 1984 (1984-01-31) Abbildungen 1,2 ---	2,14

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 99/02944

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0694408	A	31-01-1996	US	5619245 A	08-04-1997
			DE	69504782 D	22-10-1998
			DE	69504782 T	15-04-1999
			JP	8062531 A	08-03-1996
JP 09096760	A	08-04-1997	KEINE		
JP 59201016	A	14-11-1984	KEINE		
EP 0663606	A	19-07-1995	JP	8076152 A	22-03-1996
			US	5600666 A	04-02-1997
US 5414559	A	09-05-1995	DE	4220705 A	05-01-1994
US 4428647	A	31-01-1984	JP	1872467 C	26-09-1994
			JP	5081884 B	16-11-1993
			JP	59097117 A	04-06-1984